

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-107055

(P2001-107055A)

(43) 公開日 平成13年4月17日 (2001.4.17)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコ-ト <sup>*</sup> (参考)
C 1 0 B 53/02		C 1 0 B 53/02	3 K 0 6 1
B 0 9 B 3/00	Z A B	B 0 9 B 3/00	3 0 2 Z 3 K 0 6 2
	3 0 2	C 1 0 B 21/00	3 K 0 7 8
C 1 0 B 21/00		57/00	4 D 0 0 4
57/00		C 1 0 L 5/44	4 H 0 1 2
審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 13 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願平11-281342

(22) 出願日 平成11年10月1日 (1999. 10. 1)

(71) 出願人 399082726

山根 健司

兵庫県神戸市西区梶台3丁目18-7

(72) 発明者 山根 健司

神戸市西区梶台3丁目18-7

(72) 発明者 石原 茂久

京都府長岡京市天神3丁目23番12号

(74) 代理人 100107445

弁理士 小根田 一郎

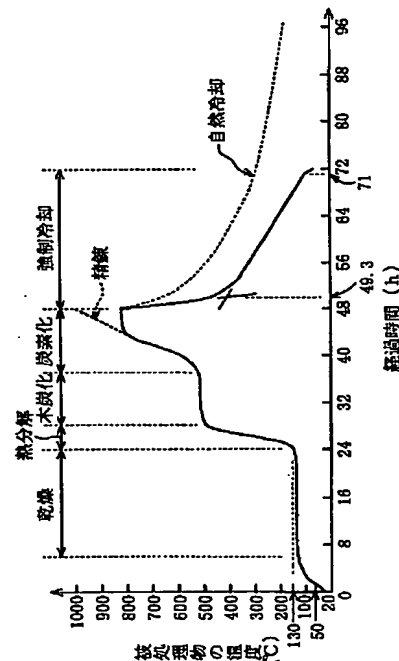
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 木炭製造方法及び木炭製造装置

## (57) 【要約】

【課題】 確実に良質な木炭を効率よく製造することができかつ木炭の工業的製造に適した木炭製造方法及び木炭製造装置を提供する。

【解決手段】 木炭の原料である被処理物自体の中心部温度を熱電対により検出し、この検出中心部温度が乾燥工程、熱分解工程、木炭化工程、炭素化工程及び強制冷却工程に分けて予め設定した温度の変化特性になるように、熱源として炭化炉に供給する燃焼排ガスの供給量を変更制御する。乾燥工程は別の乾燥炉において炭化炉からの排煙を導いてその熱の有効利用により炭化炉での処理と並行して行ってもよい。冷却工程を、炭化炉の内壁背面に送風供給する外気の供給量制御により温度の降下速度が5℃/min以下になるように間接的に強制冷却して短縮化する。炭化炉内には被処理物を収容容器に充填収容した状態で入れ、収容容器の壁を燃焼炎遮断板により形成して燃焼排ガスと共に燃焼炎が被処理物側に侵入することを阻止する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 炭化炉内に木炭の原料である被処理物を充填収容し、その炭化炉内に燃焼排ガスを供給することにより木炭を製造する木炭製造方法において、

上記被処理物に対し水分を蒸発させる乾燥工程と、熱減成の開始により熱分解を行わせる熱分解工程と、木炭化させる木炭化工程と、炭素化させる炭素化工程とを順に行った後に、冷却工程を行うことにより木炭を製造するようにし、かつ、

上記被処理物自体の内部温度を検出しながら、その検出内部温度が上記各処理工程の内の少なくとも熱分解工程、木炭化工程及び炭素化工程において下記のように変化するように上記燃焼排ガスの供給量を変更調整する。

(ア)．上記熱分解工程では乾燥工程終了後から約400℃～約550℃の温度範囲まで上昇させ、

(イ)．上記木炭化工程では上記約400℃～約550℃の温度範囲を所定時間維持し、

(ウ)．上記炭素化工程では上記約400℃～約550℃の温度範囲から約800℃～約1100℃の温度範囲まで上昇させる。

【請求項2】 請求項1記載の木炭製造装置であって、炭化炉とは別に乾燥炉を用意し、上記炭化炉での処理により発生した排煙を熱源として上記乾燥炉に供給するようにし、

上記乾燥炉において上記供給された排煙により上記炭化炉で次の熱分解工程以降の処理を行うための被処理物を常温から約100℃～約130℃の温度範囲まで昇温させて乾燥工程を行うようにする、木炭製造方法。

【請求項3】 請求項1記載の木炭製造方法であって、燃焼室内の被燃焼物に対しその燃焼室の一端から燃焼用空気を供給しながら上記被燃焼物を燃焼させ、発生した燃焼排ガスを上記燃焼室の他端から炭化炉内に供給する一方、上記燃焼用空気の供給量を変更調整することにより燃焼排ガスの供給量を変更調整するようにする、木炭製造方法。

【請求項4】 請求項1記載の木炭製造方法であって、冷却工程において、被処理物を炭化炉内に充填収容した状態で炭化炉の内壁の背面に対し冷却用気体を接触させながら通過させることにより上記被処理物の内部温度を自然冷却よりも速くかつ最大で5℃/minとなる範囲の降下速度で強制降下させるようにする、木炭製造方法。

【請求項5】 請求項4記載の木炭製造方法であって、冷却工程において、被処理物の内部温度が約100℃まで降下した後、その被処理物に対し炭化炉の外部から導入した水を噴霧することにより被処理物が外気と接触して自然着火しない温度まで被処理物の内部温度を降下させるようにする、木炭製造方法。

【請求項6】 木炭の原料である被処理物を充填収容する炭化炉と、

この炭化炉と一体に又は独立に構成され、被燃焼物を燃焼させてその燃焼により発生する燃焼排ガスを上記炭化炉内に対し供給する燃焼排ガス供給手段と、

この燃焼排ガス供給手段から上記炭化炉に供給される燃焼排ガスの供給量を変更調整する燃焼排ガス量変更調整手段と、

上記被処理物自体の内部温度を検出する被処理物温度検出手段と、

この被処理物温度検出手段により検出された検出内部温度が処理工程に応じて予め設定された設定変化特性に基づいて変化するように上記燃焼排ガス量変更調整手段の作動を制御する供給量変更制御手段とを備えている、木炭製造装置。

【請求項7】 請求項6記載の木炭製造装置であって、処理工程は、上記被処理物に対し水分を蒸発させる乾燥工程と、熱減成の開始により熱分解を行わせる熱分解工程と、木炭化させる木炭化工程と、炭素化させる炭素化工程とを順に行った後に、冷却工程を行うものであり、設定変化特性は、上記熱分解工程では上記約100℃～約130℃の温度範囲から約400℃～約550℃の温度範囲まで上昇させ、上記木炭化工程では上記約400℃～約550℃の温度範囲を所定時間維持し、上記炭素化工程では上記約400℃～約550℃の温度範囲から約800℃～約1100℃の温度範囲まで上昇させるものである、木炭製造装置。

【請求項8】 請求項6記載の木炭製造装置であって、燃焼排ガス供給手段は被燃焼物を燃焼させる燃焼室と、この燃焼室の一端に対し燃焼用空気を供給する送給器とを備え、

燃焼排ガス量変更調整手段は上記送給器による燃焼用空気の供給量を変更調整するように構成されている、木炭製造装置。

【請求項9】 請求項6記載の木炭製造装置であって、炭化炉内の被被処理物を冷却工程において強制冷却する強制冷却手段を備えており、

上記強制冷却手段は、冷却用気体を送給する気体送給管路と、この気体送給管路に対し冷却用気体を供給する気体送給器とを備え、上記気体送給管路は上記炭化炉の内部空間を区画形成する内壁との間で熱交換するようにその内壁の背面に沿って延びるように配設されている、木炭製造装置。

【請求項10】 請求項6記載の木炭製造装置であって、

強制冷却手段は、冷却用液体を送給する液体送給管路と、この液体送給管路に対し冷却用液体を送給する液体送給器とを備え、上記液体送給管路の下流端は上記炭化炉を貫通してその内壁の上部領域に開口する噴霧ノズルに連通されている、木炭製造装置。

【請求項11】 請求項6記載の木炭製造装置であって、

燃焼排ガス供給手段は炭化炉と一体に構成され、上記燃焼排ガス供給手段を構成する燃焼室と、炭化炉内の被処理物との間には、上記燃焼室での燃焼により生じる燃焼炎と燃焼排ガスとを互いに分離して炭化炉内への上記燃焼炎の侵入を阻止する一方、上記燃焼排ガスの侵入を許容する燃焼炎遮断板が配設され、この燃焼炎遮断板により上記燃焼室と炭化炉の内部空間とが互いに仕切られている、木炭製造装置。

【請求項12】 請求項11記載の木炭製造装置であって、燃焼室と、炭化炉の内部空間との境界位置には両者を互いに仕切る仕切り壁が配設され、上記仕切り壁は燃焼炎遮断板により形成されている、木炭製造装置。

【請求項13】 請求項11記載の木炭製造装置であって、被処理物を収容した状態で炭化炉の内部空間に対し出し入れ可能な形状の収容容器を備え、上記収容容器を構成する壁は燃焼炎遮断板により形成されている、木炭製造装置。

【請求項14】 請求項13記載の木炭製造装置であって、収容容器は水平方向に相対向する一対の内壁面間に着脱可能に掛け渡される1もしくは2以上の杆状支持部材を備えており、各支持部材は上記収容容器の内部空間を平面視で2以上に分割するように配設されている、木炭製造装置。

【請求項15】 請求項6記載の木炭製造装置であって、被処理物温度検出手段は、被処理物の略中心部にまで先端を差し込んだ熱電対により構成されている、木炭製造方法。

【請求項16】 請求項6記載の木炭製造装置であって、炭化炉とは別体の乾燥炉と、上記炭化炉での処理により発生する排煙を上記乾燥炉での乾燥熱源として導入する排煙導入管路とを備えている、木炭製造装置。

【請求項17】 請求項6記載の木炭製造装置であって、炭化炉は、内部空間を区画形成する内壁と、この内壁の背面を覆う断熱材層とを備え、上記断熱材層はシリカ( $\text{SiO}_2$ )及びアルミナ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )を主成分とする混合物を高温溶融して繊維化した無機系繊維を素材とする成形体により形成されている、木炭製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、廃木材等の木材もしくはバイオマス等を原料(被処理物)として良質な木炭を製造するために用いられる木炭製造方法及び木炭製

造装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、この種の木炭製造方法及び木炭製造装置として、炭化炉内の炭化処理のための熱源として燃焼排ガスを供給するもの、あるいは、炭化処理後の冷却工程を炭化炉外で行い炭化炉内での冷却工程に要する時間を省略しようとするものなどが知られている(例えば、特開平3-122191号公報、特許第2785108号公報参照)。

10 【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記従来の木炭製造方法及び木炭製造装置においては、炭化炉内での炭化処理温度の調整あるいは制御を炭化炉内の雰囲気温度を検出しこの雰囲気温度に基づいて行うようにしているため、炭化処理の各工程に適した設定温度に対し上記雰囲気温度を近づけるようにすることはできても、炭化原料である被処理物自体の温度(被処理物中心部の温度)は上記設定温度と離れたことになる。特に、昇温初期においては設定温度になるように雰囲気温度を制御しても被処理物自体の温度はその設定温度よりも低温側に大きくかけ離れたものになる上に、その後の最高温度までの昇温過程においても設定温度に対し被処理物自体の温度は低温側に遅れを生じることになる。このため、炭化処理した木炭は予定した品質の木炭からずれて品質において大きなばらつきを生じる結果となる。

【0004】ここで、木炭の品質は炭化のための処理温度の如何により大きく変化する。従って、良質な木炭を製造するには上記雰囲気温度ではなく炭化処理する被処理物自体の加熱温度の管理が極めて重要なものとなる。

30 【0005】しかも、良質な木炭を製造するには被処理物が原料状態から良質木炭に変わるまでの各反応現象に応じた適切な温度条件に制御した種々の処理工程を行う必要がある。

【0006】その上に、被処理物を上記温度条件に昇温させるための熱源として燃焼排ガスを用いる場合には、燃焼排ガスのみを炭化炉に導入する必要がある。その際、燃焼排ガスに混じって燃焼炎が炭化炉内の被処理物に及んで接触すると、被処理物の表面が燃焼して灰化(白化)したり、その被処理物が消し炭状態になったりして木炭原料である被処理物に対する良質木炭の製造量の低減を招いたり、木炭品質の低下を招いたりする。

40 【0007】また、炭化炉内への被処理物をその長手方向が上下方向に向くように配置し燃焼排ガスを炭化炉内の上下方向に通過させるようにした場合、乾燥工程やその後の加熱処理により被処理物には収縮(体積比において例えば40~50%の収縮)が生じ、この収縮により被処理物に倒れ等が生じて被処理物間の空隙状態が変化することになる。こうなると、上記燃焼排ガスの流れが阻害されて均一ではなくなり加熱のばらつきが生じることにもなる。この結果、製造される木炭に品質のばらつ

50

きを招くことになる。

【0008】一方、含水率60%程度のウェットベースの木材を被処理物とする場合には、被処理物の乾燥工程に要する時間は、一般に、冷却工程を除く処理工程全体に要する時間の30%以上と大きな割合を占める一方、この乾燥工程は徐々に行わないと木炭に著しい亀裂が発生したり炭化度合が不均一になったりするなどの木炭の品質に重大な影響を及ぼす重要な工程である。

【0009】また、炭化処理終了後に被処理物を冷却するために炭化炉外にそのまま出すと外気の酸素と触れて爆発的に自然着火してしまうため、通常は炭化炉内に収容させたままで自然冷却させることになる。そうすると、炭化炉自体が断熱されたものであるため、温度の降下速度が極めて遅く（例えば平均0.2℃/min以下）、例えば800℃まで加熱させた場合には冷却のためだけに3日以上も費やすことになり、木炭の工業的製造には不向きなものとなる。その一方、何らかの手段により急冷させると収縮亀裂等の発生を招くことになり、木炭品質の低下を招くことにもなる。

【0010】本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、確実に良質な木炭を効率よく製造することができかつ木炭の工業的製造に適した木炭製造方法及び木炭製造装置を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、第1に適切な温度条件に設定した適切な処理工程に分けその温度条件の管理を被処理物自体の温度に基づいて確実に行う必要のあること、第2に熱源としての燃焼排ガスの供給を燃焼炎の混入を確実に阻止した状態で行う必要のあること、第3に加熱による被処理物の収縮等が生じても炭化炉内の燃焼排ガスの通過を確実に確保して加熱の均一化を図る必要のあること、第4に乾燥工程を確実に行いつつ乾燥工程に要する時間を省略する必要があること、第5に冷却工程を木炭品質の低下を招くことなく短縮化する必要のあることに着目してなされたものである。

【0012】具体的には、木炭製造方法に係る第1の発明は、炭化炉内に木炭の原料である被処理物を充填収容し、その炭化炉内に燃焼排ガスを供給することにより木炭を製造する木炭製造方法を前提にして、その処理工程を、上記被処理物に対し水分を蒸発させる乾燥工程と、熱減成の開始により熱分解を行わせる熱分解工程と、木炭化させる木炭化工程と、炭素化させる炭素化工程とを順に行った後に、冷却工程を行うことを特定事項とするものである。加えて、上記被処理物自体の内部温度を検出しながら、その検出内部温度が上記各処理工程の内の少なくとも熱分解工程、木炭化工程及び炭素化工程において下記に特定する変化特性を示すように上記燃焼排ガスの供給量を変更調整することをも特定事項とする。す

なわち、上記熱分解工程では乾燥工程終了後から約400℃～約550℃の温度範囲まで上昇させ、上記木炭化工程では上記約400℃～約550℃の温度範囲を所定時間維持し、上記炭素化工程では上記約400℃～約550℃の温度範囲から約900℃～約1100℃の温度範囲まで上昇させることである。

【0013】この第1の発明を実施するための木炭製造装置に係る第2の発明は、木炭の原料である被処理物を充填収容する炭化炉と、この炭化炉と一体に又は独立に構成され、被燃焼物を燃焼させてその燃焼により発生する燃焼排ガスを上記炭化炉内に対し供給する燃焼排ガス供給手段と、この燃焼排ガス供給手段から上記炭化炉に供給される燃焼排ガスの供給量を変更調整する燃焼排ガス量変更調整手段と、上記被処理物自体の内部温度を検出する被処理物温度検出手段と、この被処理物温度検出手段により検出された検出内部温度が処理工程に応じて予め設定された設定変化特性に基づいて変化するように上記燃焼排ガス量変更調整手段の作動を制御する供給量変更制御手段とを備えることを特定事項とするものである。上記の「処理工程」とは上記乾燥工程、熱分解工程、木炭化工程、炭素化工程及び冷却工程のことであり、「設定変化特性」とは第1の発明における変化特性のことである。

【0014】以下、上記第1及び第2の発明についての解釈及びそれらに対する付加特定事項について説明する。

【0015】乾燥工程を上記炭化炉においてこの炭化炉に供給される燃焼排ガスにより行ってもよいし、上記炭化炉とは別に乾燥炉を用意してこの乾燥炉において乾燥工程を行うようにしてもよい。この場合には、上記乾燥炉での乾燥熱源として上記炭化炉での処理により発生する排煙を導入する排煙導入管路を備えればよい。そして、上記乾燥炉において炭化炉から供給された排煙により上記炭化炉で次の熱分解工程以降の処理を行うための被処理物を常温から約100℃～約130℃の温度範囲まで昇温させて乾燥工程を行うようにすればよい。これにより、バッチ運転の初回は炭化炉側で乾燥工程～冷却工程まで行う必要があるものの、2回目以降は乾燥炉で乾燥工程を終了した被処理物を炭化炉に移せば、炭化炉側では常に熱分解工程からスタートさせることが可能となり、炭化炉での乾燥工程に要する時間を省略し得る上に乾燥炉での乾燥工程に対し炭化炉からの廃熱の有効利用が可能となる。

【0016】燃焼排ガスの供給方法としては、燃焼室内の被燃焼物に対しその燃焼室の一端から燃焼用空気を供給しながら上記被燃焼物を燃焼させ、発生した燃焼排ガスを上記燃焼室の他端から炭化炉内に供給するようにし、燃焼排ガスの供給量の変更調整は上記燃焼用空気の供給量を変更調整することにより行うようにすればよい。この場合には、廃木材等の被燃焼物を燃焼させる燃

焼室と、この焼室の一端に対し焼用空気を供給する送風ブロウとを備えて焼排ガス供給手段を構成し、これからの焼排ガスの供給量の変更調整を行う焼排ガス量変更調整手段としては上記送風ブロウによる焼用空気の供給量を変更調整するように構成すればよい。

【0017】上記の焼排ガスの供給量の変更調整は、被処理物温度検出手段からの検出内部温度の変化傾向を見ながら上記送風ブロウによる焼用空気の供給量の変更を手動操作により行ってもよいし、自動制御により行ってもよい。自動制御により行う場合には、被処理物温度検出手段からの出力を受けて検出内部温度が設定変化特性の如く変化するように上記送風ブロウの作動量の変更制御あるいは送風ブロウに対する取り込み空気量を開度変更により変更するダンパーの開度制御の一方もしくは双方を供給量変更制御手段により行わせるようにすればよい。

【0018】なお、上記の被処理物温度検出手段としては例えば熱電対を用い、この熱電対の先端を被処理物の表面から略中心部にまで穿った穴の奥まで差し込むようにすればよい。この熱電対はなるべく多くの被処理物に対しそれぞれ配設し多数の検出値を平均化処理した値を用いるのが好ましいが、少なくとも炭化炉内に充填収容した多数の被処理物の内の平面視で略中央位置の被処理物であってその上下方向略中央位置における被処理物に1つ配設しその熱電対の検出値により全体を代表させてもよい。

【0019】上記の焼排ガス供給手段は炭化炉と一体に構成してもよいし、炭化炉とは別体に独立して構成してもよい。焼排ガス供給手段を炭化炉とは独立して構成する場合には、焼室の他端から炭化炉までを焼排ガス供給管路により接続するようにすればよい。焼排ガス供給手段を炭化炉と一体に構成する場合には、焼室と、炭化炉内の被処理物との間に、上記焼室での焼により生じる焼炎と焼排ガスとを互いに分離して炭化炉内への上記焼炎の侵入を阻止しつつ上記焼排ガスの侵入を許容する焼炎遮断板を配設し、この焼炎遮断板により上記焼室と炭化炉の内部空間とを互いに仕切るようにすればよい。

【0020】上記の「焼炎遮断板」としては、バンチングメタルのような多孔板、エキスパンドメタル、溶接金網等の1又は2以上の貫通された開口部を有する板状金属部材を用い、それぞれに形成された各開口部の開口面積を $2\text{ cm}^2 \sim 0.01\text{ cm}^2$ の範囲に制限しかつその開口部の短い方の開口幅が $5\text{ mm} \sim 6\text{ mm}$ よりも小さくなるように制限するようにすればよい。開口部の形状としては図1に示すように円形(楕円形を含む)、菱形(平行四辺形を含む)、長方形、正方形等から採用すればよく、各形状における上記の短い方の開口幅として $h_1 \sim h_4$ により図示されている。

【0021】上記の焼炎遮断板の態様としては、仕切

り壁として形成する場合と、収容容器として形成する場合とが挙げられる。仕切り壁として形成する場合には、その仕切り壁を焼室と、炭化炉の内部空間との境界位置に両者を互いに仕切るように配設すればよい。また、収容容器として形成する場合には、その収容容器として、被処理物を収容した状態で炭化炉の内部空間に対し出し入れ可能な形状にし、その収容容器を構成する壁を上記焼炎遮断板により形成すればよい。

【0022】上記の如き収容容器を用いる場合には、その収容容器の水平方向に相対向する一対の内壁面間に1もしくは2以上の杆状支持部材を着脱可能に掛け渡し、各支持部材により上記収容容器の内部空間が平面視で2以上に分割されるようにすればよい。これにより、収容容器内に長い被処理物を上下方向に立て掛けさせて収容した場合に、その立て掛けた被処理物が上記支持部材により一塊りの束状に拘束された状態となり、その被処理物に熱収縮が生じても倒れ等は生じずに焼排ガスの流れも各処理工程を通して一定に維持され、均等な加熱が維持されることになる。

【0023】冷却工程においては、強制冷却手段を付設し、乾燥工程～炭素化工程の炭化処理工程が終了した被処理物を上記強制冷却手段により強制冷却するようにしてもよい。この場合には、上記強制冷却手段として、冷却用気体を送給する気体送給管路と、この気体送給管路に対し冷却用気体を供給する気体送給器とを備えるものとし、上記気体送給管路を上記炭化炉の内表面となる内壁との間で接触熱交換するようにその内壁の背面に沿って延びるように配設すればよい。そして、例えば外気等の冷却用気体を例えば送風ブロウもしくは送風ファン等の気体送給器により上記気体送給管路内に流すことにより、炭化炉内に充填収容された状態の被処理物を自然冷却よりも速くかつ最大で $5^\circ\text{C}/\text{min}$ となる範囲の降下速度で強制冷却させればよい。

【0024】また、冷却工程においては、被処理物の内部温度が約 $100^\circ\text{C}$ まで降下した後は自然冷却であると上記内部温度がなかなか降下しないことから、その被処理物に対し炭化炉の外部から導入した水を噴霧することにより被処理物が外気と接触して自然着火しない温度(例えば $50^\circ\text{C}$ )まで被処理物の内部温度を降下させるようにしてもよい。この場合の手段としては、冷却用液体を送給する液体送給管路と、この液体送給管路に対し冷却用液体を送給する液体送給器とを備えるものとし、上記液体送給管路の下流端を、上記炭化炉を貫通してその内壁の上部領域に開口する噴霧ノズルに連通させるようにすればよい。

【0025】さらに、上記炭化炉としては、内部空間を区画形成する内壁と、この内壁の背面を覆う断熱材層とを備えるものとすればよい。この際、断熱材層としては、従来の耐火レンガや断熱キャストブル等の熱容量が比較的高いもの(例えば所要量 $2000\text{ kg}/\text{m}^3$ 、比

10

20

30

40

50

熱0.25 kcal/kg・℃、熱伝導率1.0 kcal/mh・℃)ではなく、シリカ(SiO<sub>2</sub>)及びアルミナ(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)を主成分とする混合物を高温熔融して繊維化(ファイバ化)した無機系繊維を素材とする成形体により形成するのが好ましい。これにより、断熱材層を軽量でかつ同じ断熱性能を実現する上で小熱容量にすることができ

(所要量60~250 kg/m<sup>3</sup>、比熱0.25 kcal/kg・℃、熱伝導率0.1~0.3 kcal/mh・℃)、その分、炭化炉内からの吸熱量を低くして供給熱量を被処理物の加熱のために効率よく利用することが可能になる。

【0026】上記成形体としては、上記無機系繊維を積層したブランケット等の積層体や、上記無機系繊維に無機・有機バインダを添加して成形したフェルトあるいはハードボード等の板状体が挙げられる。

【0027】

【発明の効果】以上、説明したように、木炭製造方法に係る第1の発明及び木炭製造装置に係る第2の発明によれば、確実に均質かつ良質な品質の木炭を得ることができる上に、そのような品質の木炭を効率よく工業生産することができる。

【0028】具体的には、被処理物自体の内部温度の検出値に基づいて加熱の温度管理をすることで確実に所期設定の品質の木炭を得ることができ、木材が加熱過程で示す物理的・化学的变化に対応した温度の変化特性に基づいて温度条件を設定した熱分解・木炭化・炭素化の各処理工程を経ることで高品質の木炭を製造することができる。

【0029】燃焼炎遮断板を適用することで熱源として燃焼排ガスを用いる場合に被処理物側への燃焼炎の侵入を確実に阻止して木炭品質の悪化及び被処理物の消耗を防止することができる。支持部材を配設した収容容器を用いることで燃焼排ガスの流れを確実に一定状態に維持して炭化処理のばらつきを防止して均一化を図ることができる。炭化炉に加え乾燥炉を併設して炭化炉の廃熱を利用して乾燥炉での乾燥工程を行うことで従来は長時間を要していた乾燥工程の時間を省略し得る上に省エネルギー化をも図ることができる。強制冷却手段による強制冷却を適用することで従来は長時間を要していた冷却工程を木炭品質の低下を招くことなく大幅に短縮化して生産性の向上を図ることができる。

【0030】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

【0031】図2は、本発明の実施形態に係る木炭製造装置を示し、2は炭化炉、3は炭化炉2の下側領域に付設されて炭化炉2と一体に組み込まれた燃焼排ガス供給手段、4は外気を冷却気体とする第1強制冷却手段、5は冷却水を用いた第2強制冷却手段、6は炭化炉2内に対し出し入れ可能な収容容器、7は破碎しない丸太状の木材(ソリッド状態の木材)を対象とする被処理物、8

は乾燥炉、9は冷却器、10は被処理物温度検出手段としての熱電対(例えばK熱電対)である。

【0032】上記炭化炉2は6面がそれぞれ断熱壁20により形成されたものであり、その内の1面が開閉扉20aとされている。各断熱壁20は図3及び図4に詳細を示すように炭化炉2の内表面を構成する内壁21と、この内壁21の背面の全体を覆う断熱材層22と、この断熱材層22の外表面の全体を覆う外壁23とがそれぞれ接合されて形成されている。上記内壁21は、ステンレス鋼製の多数の短冊状板材211、211、…の各端部同士を重ね合わせてビス、ボルト、リベット等の貫通軸体212、212、…により相対移動可能な程度に緩く連結して一体に連続させたものである。上記各貫通軸体212を貫通させるための両板材211、211の二つの孔は一方が丸孔で他方が長孔、あるいは、一方が上下に長い長孔で他方が水平方向に長い長孔というように各板材211の熱膨張・熱収縮を吸収し得るようになっている。

【0033】また、上記断熱材層22は、シリカとアルミナとを主成分とする混合物を高温熔融してファイバ化した無機系繊維を積層してブランケット状にした積層成形体により形成されている。

【0034】一方、上記内壁21の背面には各板材211の背面を内周面の一部として形成された気体送給管41が一体に形成され、相隣接する両板材211、211の各気体送給管41は熱変形を吸収し得るフレキシブル管材製の接続管42により互いに連通されている。この気体送給管41、41、…と、接続管42、42、…とからなる気体送給管路43が気体送給器としての送風ブロワ44(図2参照)から冷却用気体の送給を受けこの冷却用気体を炭化炉2の6面の各断熱壁20内に通過させた後に外部に放出させるようになっている。以上の気体送給管路43と、送風ブロワ44とにより第1強制冷却手段4が構成されている。

【0035】また、上記炭化炉2(図2参照)の上端部には複数の噴霧ノズル51が内部空間に臨んで配設され、この噴霧ノズル51、51、…と、この各噴霧ノズル51に対し冷却液体である冷却水を圧送する液体送給器としてのポンプ52と、このポンプ52の吐出口からの冷却水を上記各噴霧ノズル51まで送給する液体送給管路53とによって第2強制冷却手段5が構成されている。

【0036】上記炭化炉2の内部空間の内の下端部領域は燃焼室31とされ、この燃焼室31に臨んで着火バーナ32と、燃焼用空気を供給する空気供給管33の先端開口とが配設されている。上記空気供給管33の基端側は上記送風ブロワ44の吐出口に連通され、途中には開度調整により空気供給量を変更調整するダンパー34が介装されている。上記燃焼室31と、着火バーナ32と、空気供給管33と、送風ブロワ44とにより燃焼排

ガス供給手段3が構成されている。また、上記ダンバー34が燃焼排ガス量変更調整手段の一部を構成している。なお、図2中35は燃焼室31内に被燃焼物としての木材片を投入するための開閉蓋である。

【0037】上記収容容器6は、図5及び図6に示すように上面のみが開放されて炭化炉2内に開閉扉20aを通して出し入れ可能な直方体もしくは立方体の全体形状を有するものである。具体的には、上記収容容器6は骨組み用枠部材61、61、…と、補強用枠部材62、62、…とで構成されるフレームに対しそれぞれの内面側に燃焼炎遮断板63が4面の内側板及び底板としてそれぞれ溶着等の手段により接合されて構成されたものである。上記各枠部材61、62としては例えばステンレス鋼製の角管を用いればよい。

【0038】上記各燃焼炎遮断板63は、所定サイズの多数の丸孔形状の開口部631、631、…が貫通形成されて燃焼室31からの燃焼炎が収容容器6内に侵入するのを阻止しつつ燃焼排ガスを収容容器6内に導入するようになっている。上記各開口部631は直径6mmの円形状とされている。なお、上記内側板として接合された4面の燃焼炎遮断板6は、下端部領域（例えば下1/3の領域）には上記開口部631はなく、それよりも上側の領域に多数の開口部631が形成されている。なお、上記の下端部領域に対してもその上側と同じ開口部631を形成してもよいし、その場合には上側領域の開口部631よりもサイズの小さい開口部を多数個貫通形成するようにしてもよい。

【0039】また、上記収容容器6の内側板の内、水平方向に相対向する一対の燃焼炎遮断板6、6の内面位置に棧部材64がそれぞれ固定され、各棧部材64の上面に複数のU字状の固定金具65、65、…が固定されている。そして、図7にも示すように相対向する棧部材64、64間に杆状の支持部材66を掛け渡して、その支持部材66の各端部を上記各固定金具65に上から挿入すれば水平方向にずれないように仮固定し得ようになっている。この支持部材66は、収容容器6内に被処理物7を立て掛けさせて充填していく際に相隣接する両支持部材66、66間の複数の被処理物7、7、…を集合として束ねて支持するとともに、その集合内の各被処理物7間に燃焼排ガスの通り道となる空隙を炭化処理による熱収縮が生じて維持確保するためのものである。

【0040】なお、図5中67、67、…は収容容器6をクレーン等により吊り下げるための吊り具である。

【0041】上記熱電対10は収容容器6内の特定位置に収容充填される被処理物7、7、…に対し予め装着したものである。被処理物7への装着は、図8に示すように、まず上下方向の中間位置、好ましくは中央位置の外表面から上記被処理物7の長手方向中心軸Y位置まで到達する穴71を穿ち、次にこの穴71内に熱電対10を先端が上記中心軸Y位置の穴底に突き当たるように挿

入すればよい。そして、熱電対10からの耐熱コード101を炭化炉2（図2参照）を貫通する取り出し孔から外部に引き出すようにする。これにより、熱電対10により被処理物7自体の内部温度（中心部温度）の検出が可能になる。

【0042】上記熱電対10は、図9に示すように平面視で略中央位置C1の被処理物7に少なくとも装着すればよく、好ましくは加えて周囲の4点位置C2～C5の各被処理物7にも装着して5点における被処理物7、7、…の各内部温度の平均値を検出内部温度とすればよい。

【0043】図2に戻り、冷却器9は、ポンプ52からの冷却水と、炭化炉2の上部から導出された排煙とを内部に導入し、その排煙から木酢液を気液分離し、分離後の排煙を乾燥炉8下部に設置された煙焼却炉11に送給するようになっている。

【0044】そして、上記煙焼却炉11は燃料と燃焼用空気の供給を受けた燃焼バーナ12により上記送給された排煙を燃焼させ、無害化された燃焼排ガスを上記乾燥炉8と、熱交換器13とのいずれか一方にもしくは双方にダンバー切換えにより選択的に送給するようになっている。

【0045】上記乾燥炉8は強制冷却手段4、5を除き炭化炉2の断熱壁20と同様構成の断熱壁により炭化炉2とはほぼ同じ形状に形成されたものである。そして、乾燥炉8は、上記と同様の収容容器6を開閉扉20aを通して出し入れ可能とされている。また、上記熱交換器13は燃焼排ガスを熱原として外気を加熱し、加熱された空気を空気供給管131を通して送風ブロワ44の吸い込み口に対し供給するようになっている。この送風ブロワ44への供給に際してはダンバー132及び441の開度調整により加熱空気のみ、外気のみ、あるいは、加熱空気と外気との混合気を選択的に切換し得ようになっている。なお、乾燥炉8の断熱壁としては、炭化炉2の断熱壁20のように熱容量の小さい断熱材層22を用いなくてもよく、熱保持あるいは蓄熱の観点から例えば断熱キャストブルのように熱容量の比較的大きい断熱材層を備えたもので構成してもよい。

【0046】以上説明した木炭製造装置における送風ブロワ44及び又はダンバー34が燃焼排ガス量変更調整手段を構成し、その送風ブロワ44の回転数及び又はダンバー34の開度が熱電対10による被処理物7自体の検出内部温度に基づき供給量変更制御手段を構成する図示省略のコントローラにより変更制御されるようになっている。すなわち、燃焼用空気の供給量を変更制御することにより、燃焼排ガスの炭化炉2への供給量が変更調整されることになる。

【0047】以下、各炭化処理工程と、それに応じた制御について説明する。

【0048】まず、準備作業として、二つの収容容器

10

20

30

40

50

6, 6のそれぞれに被処理物7を収容充填させて熱電対10を所定位置に装着させておく。そして、上記収容容器6, 6の一方を炭化炉2内に、他方を乾燥炉8内にそれぞれ収容させる。

【0049】炭化炉2では、送風ブロワ44を作動させて燃焼室31に燃焼用空気を供給しながら木材片や木材くずを燃焼させて燃焼排ガスを発生させる。この燃焼排ガスの供給を受け続けて炭化炉2内の被処理物7は図10に例示するように検出内部温度が100℃近傍までになるように加熱されてほぼ24時間をかけての乾燥工程が行われる。

【0050】燃焼排ガスの供給を継続的に受けて水分が蒸発し上記検出内部温度が130℃近傍になると、被処理物7の熱減成が開始されて熱分解工程が開始される。この熱分解工程では上記熱減勢の開始により熱分解が急激に進行して自ら発熱し、この自らの発熱量により検出内部温度は急上昇し始める。この段階では外部からの熱供給は必要としないため、検出内部温度の上昇度合に応じて燃焼用空気の供給量を絞って燃焼室31での燃焼を抑制する。すなわち、燃焼排ガスの発生量（供給量）を抑制する。

【0051】数時間の経過により熱分解は終了して被処理物7の直径の如何により異なるものの検出内部温度は大体400～550℃の温度まで昇温した状態で安定することになる。上記の燃焼排ガスの供給量の抑制を継続して上記安定温度の状態を所定時間維持することにより木炭化工程を行う。

【0052】次に、所期の木炭品質をえるための炭素化工程を行う。この炭素化工程では、燃焼用空気の供給量を増大させて燃焼排ガスの発生量を増大させ、これにより、検出内部温度が800℃程度になるまで昇温させる。そして、800℃まで昇温したら、この800℃を数時間維持するように上記燃焼用空気の供給量を絞り、被処理物7の全体が一樣に炭素化されるようにする。なお、さらに精錬を行う場合には検出内部温度が約1000℃まで昇温するように上記燃焼用空気の供給量増大を継続させればよい。

【0053】以上で炭化処理が終了し、次に、強制冷却工程に入る。

【0054】強制冷却工程では上記燃焼用空気の供給を停止して燃焼室31での燃焼を中止（燃焼排ガスの供給停止）するか、あるいは、送風ブロワ44の回転数は比較的高回転数に維持しつつダンパー34の開度を微量に変更することにより上記燃焼用空気の供給を大幅に絞って燃焼排ガスの供給量を極微量にする。これと同時に、ダンパー45を閉状態から全開状態に変更して気体送給管路43に外気を流し、内壁21からの伝導熱との熱交換により被処理物7の冷却促進を図る。つまり、間接的に強制冷却を行う。この際、検出内部温度の変化が5℃/min以下の降下速度で変化することになるよう

に上記ダンパー45の開度及び／又は送風ブロワ44の回転数を変更調整する。これにより、自然冷却の場合よりも急激な勾配で温度降下するものの、400℃近傍になるとその降下速度は鈍り以後は0.23℃/min程度の降下速度で温度降下することになる。そして、強制冷却工程開始時点から23時間経過程度で検出内部温度は100℃程度まで降下する。100℃程度まで降下したらポンプ52を作動させて噴霧ノズル51から被処理物7に対し冷却水を霧状にして数秒間噴霧する。この噴霧量を変更制御することにより、検出内部温度が0.83℃/min程度の降下速度で降下するようにする。以上の結果、ほぼ24時間で被処理物7の検出内部温度は800℃から50℃程度まで降下し、炭化炉2の外部に取り出しても自然着火しないようにすることができる。

【0055】以上で炭化炉2による炭化処理が開始してから冷却工程が終了して木炭を取り出すことができるまでの1回目のバッチ処理を、ほぼ72時間（3日）の経過で行うことができるようになる。

【0056】一方、上記乾燥工程の半ばから強制冷却工程までの間に炭化炉2で生じた排煙を乾燥炉8側に導き、この排煙を焼却した後の燃焼排ガスを乾燥炉8内に供給して被処理物7の乾燥工程を図11に示すように炭化炉2での各炭化処理の進行と並行して行う。

【0057】そして、上記乾燥炉8で乾燥工程が終了した被処理物7を収容容器6と共に炭化炉2側に移送する一方、上記乾燥炉8には被処理物7を新しく収容充填した別の収容容器6を内部に入れる。炭化炉2での2回目のバッチ処理は短時間だけ燃焼排ガスを供給して昇温させることにより早期に熱分解工程が開始し、1回目のバッチ処理における乾燥工程に要する時間（ほぼ24時間）を省略することができる。この2回目のバッチ処理での熱分解工程～冷却工程までの間に炭化炉2で生じた排煙を利用して上記と同様に乾燥炉8において乾燥工程を同時並行して進める。

【0058】以後、炭化炉2での熱分解工程からのバッチ処理と、乾燥炉8での乾燥工程とを繰り返せば、炭化炉2で乾燥工程～冷却工程の全てを行う場合と比べ全体として2/3の期間で木炭の製造が行い得ることになる。

【0059】＜他の実施形態＞なお、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、その他種々の実施形態を包含するものである。すなわち、上記実施形態では、炭化炉2と乾燥炉8との間に冷却器9を介装して木酢液の回収を行うようにしているため、乾燥炉8側では排煙を燃焼バーナ12により再度燃焼させる必要がある。従って、炭化炉2で発生した排煙の有する熱の有効利用を優先させる場合には、上記冷却器9を省略して炭化炉2の上部から導出した排煙を乾燥炉8に対し直接導入するようにすればよい。

【0060】上記実施形態では燃焼室からの燃焼炎が被

10

20

30

40

50



処理物に接触するのを阻止するための燃焼炎遮断板63によって収容容器6を形成し、燃焼室31と、収容容器6が収容される炭化炉2の内部空間との境界を開放させているが、これに限らず、その境界に対し上記燃焼炎遮断板により形成した仕切り壁を配設し炭化炉2の上記内部空間と燃焼室31とを上記仕切り壁により互いに仕切るようにしてもよい。この場合には、上記仕切り壁により燃焼炎の侵入が阻止されるため、収容容器をかなり大きい網目サイズの金網を用いて形成するようにすればよい。

【0061】また、上記実施形態では燃焼室31を炭化炉2の下側に配置し、燃焼排ガスを被処理物7が充填収容された収容容器6の下側から上方に向けて供給し炭化炉2の頂部から排煙を導出するようにしているが、これに限らず、上記燃焼排ガスを炭化炉の頂部もしくは上端部付近から、つまり、内部に収容した収容容器の上側から下方に向けて供給し炭化炉の底部もしくは下部から排煙を導出するようにしてもよい。このように燃焼排ガスを上から下に流す場合であって、燃焼室を収容容器の上側位置に炭化炉と一体に配置する場合、あるいは、燃焼室を炭化炉とは独立して配設するものの炭化炉に接近して配設し炭化炉の頂部に対し短い接続管を通して燃焼排ガスを供給する場合には、上記実施形態の収容容器6の上端開口部に対し燃焼炎遮断板63により形成した開閉蓋を連結して閉止するようにし、これにより、上側からの燃焼炎の侵入を阻止するようにすればよい。なお、この場合においても収容容器を燃焼炎遮断板で形成する代わりに上記の如き仕切り壁を設けるようにしてもよい。

【0062】さらに、燃焼排ガスを炭化炉内の収容容器に対し水平方向の一端側から供給して排煙を他端側から導出するようにしてもよい。すなわち、燃焼室を炭化炉の横に炭化炉と一体に配置する場合、あるいは、燃焼室を炭化炉とは独立して構成し炭化炉に接近して配置し炭化炉の側部に対し短い接続管を通して燃焼排ガスを供給する場合には、上記燃焼排ガスが炭化炉に対し供給される口と相対向する側の収容容器の壁を燃焼炎遮断板により形成したり、上記口と相対向する位置もしくは境界位置に燃焼炎遮断板により形成した仕切り壁を配設するようにすればよい。

【0063】上記実施形態では、被処理物7を長手方向を上下に向けて立て掛けた状態で収容容器6内に配置しているが、これに限らず、被処理物7の長手方向を横向きに寝かした状態で積み上げるようにしてもよい。この場合には、被処理物を例えば一段積み上げる毎にスペーサを介在させて順次積み上げることにより燃焼排ガスが流れる空隙を積極的に確保するようにすればよい。

【0064】さらに、上記実施形態では燃焼室31を炭化炉2に対し一体に組み込んだ例を示したが、これに限らず、燃焼室を含む燃焼排ガス供給手段を炭化炉とは独

立して別体に構成し燃焼排ガスのみの供給管を炭化炉に接続させるようにしてもよい。この場合において上記供給管が十分に長く燃焼炎が炭化炉にまで到達し得ないのであれば、上記の如き燃焼炎遮断板による収容容器の形成もしくは燃焼炎遮断板により形成した仕切り壁の設置は不要である。

【図面の簡単な説明】

【図1】燃焼炎遮断板の開口部の各種形状を示し、

(a)は円形開口部を、(b)は菱形開口部を、(c)

10 (d)は長方形開口部を、(d)は正方形開口部をそれぞれ示す。

【図2】本発明の実施形態に係る木炭製造装置を示す一部切欠説明図である。

【図3】図2のA-A線における一部省略した部分拡大断面図である。

【図4】図3の炭化炉の断熱壁の外壁及び断熱材層を省略した拡大正面図である。

【図5】収容容器の斜視図である。

【図6】図5の収容容器の中央縦断面図である。

20 【図7】支持部材の状態を示す説明図である。

【図8】被処理物に対し熱電対の装着方法を示す分解斜視図である。

【図9】収容容器内の被処理物に対する熱電対の配置を示す平面説明図である。

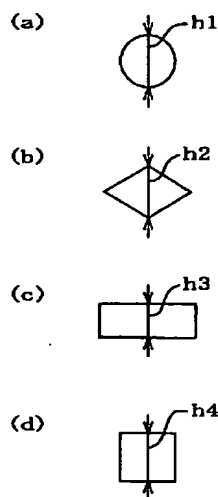
【図10】各処理工程に対する経過時間と被処理物自体の温度との関係図である。

【図11】炭化炉及び乾燥炉の各被処理物自体の温度と経過時間との関係図である。

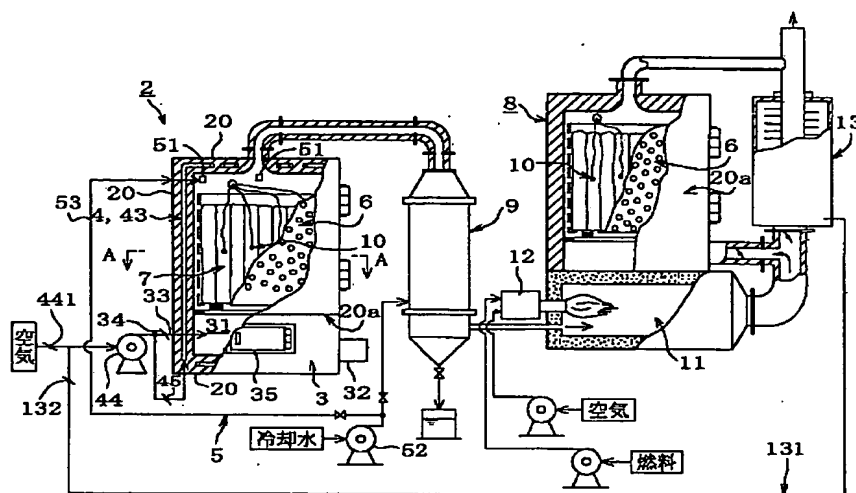
【符号の説明】

2	炭化炉
3	燃焼排ガス供給手段
4	第1強制冷却手段(強制冷却手段)
5	第2強制冷却手段(強制冷却手段)
6	収容容器
7	被処理物
8	乾燥炉
10	熱電対(被処理物温度検出手段)
21	内壁
22	断熱材層
31	燃焼室
34	ダンパー(燃焼排ガス量変更調整手段)
43	気体送給管路
44	送風ブロワ(気体送給器)
51	噴霧ノズル
52	ポンプ(液体送給器)
53	液体送給管路
63	燃焼炎遮断板
66	支持部材

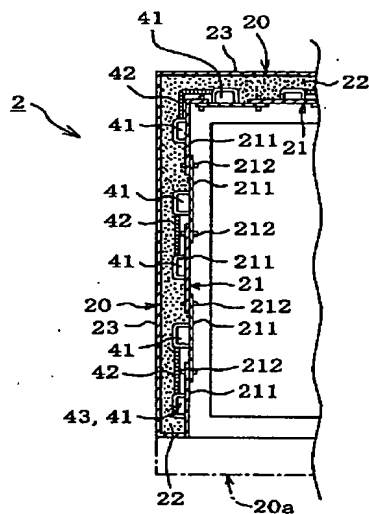
【図1】



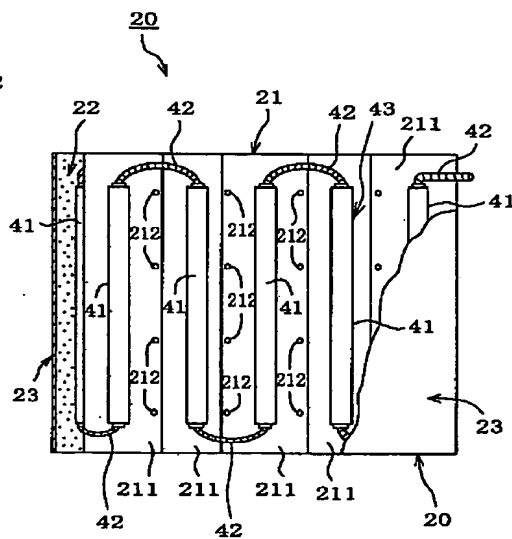
【図2】



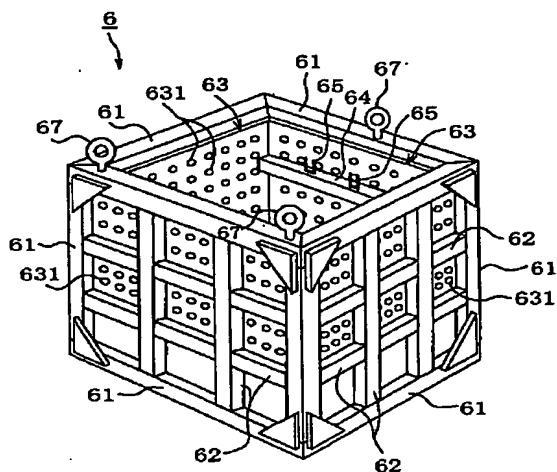
【図3】



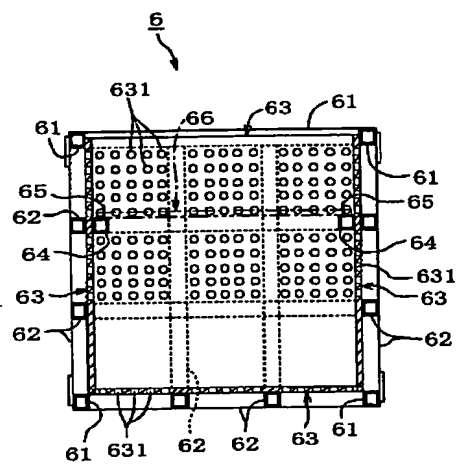
【図4】



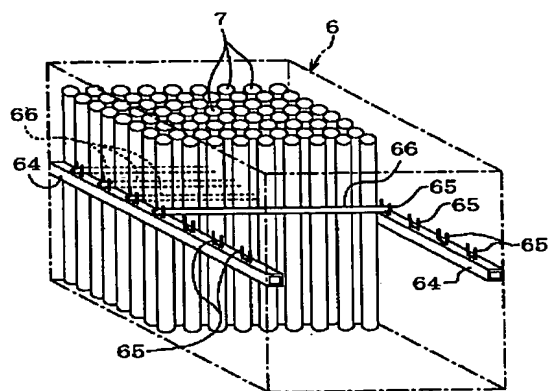
【図5】



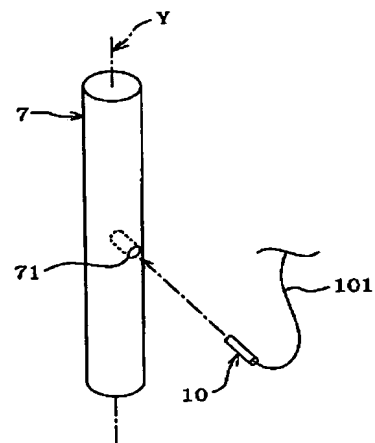
【図6】



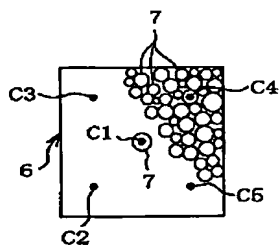
【図7】



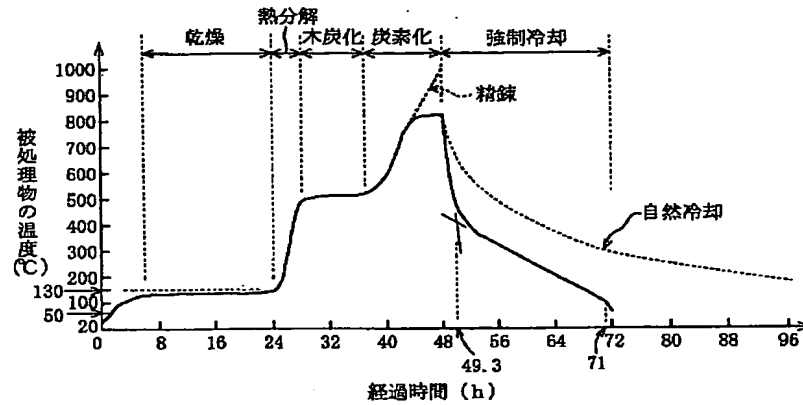
【図8】



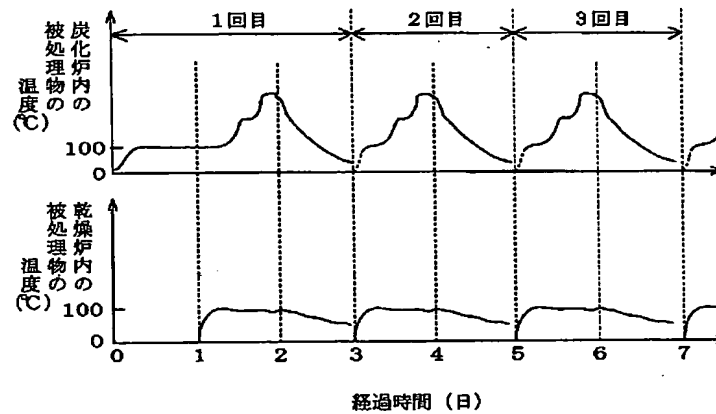
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

C10L 5/44

F23G 5/027

5/14

5/50

識別記号

ZAB

ZAB

ZAB

FI

F23G 5/027

5/14

5/50

B09B 3/00

テーマコード(参考)

ZABZ 4H015

ZABF

ZABM

ZAB

F ターム(参考) 3K061 AA18 AB02 AC17 BA01 CA01  
CA07 FA08 FA21 FA26  
3K062 AA18 AB02 AC17 BA02 BB01  
BB02 CB03 DA01 DB12 DB17  
3K078 AA01 BA03 BA06 BA08 BA22  
CA02 CA21  
4D004 AA02 AA12 BA03 CA26 CA32  
CA42 CB44 CC01 CC02 CC03  
DA01 DA02 DA03 DA06 DA12  
4H012 JA00 JA04 LA05  
4H015 AA01 AA12 AA13 AB01 BA09  
BA12 BB03 CB01